

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION RELATIVE
A LA PRESENTATION OU A LA TRANSMISSION
DU DOCUMENT DE PRIORITE

(instruction administrative 411 du PCT)

Expéditeur : le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

GUERIN, Michel
THALES Intellectual Property
31-33 Avenue Aristide Briand
F-94117 ARCUEIL
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année) 12 mars 2004 (12.03.2004)	NOTIFICATION IMPORTANTE
Référence du dossier du déposant ou du mandataire 62940	
Demande internationale no PCT/EP2003/050915	Date du dépôt international (jour/mois/année) 01 décembre 2003 (01.12.2003)
Date de publication internationale (jour/mois/année) Pas encore publiée	Date de priorité (jour/mois/année) 10 décembre 2002 (10.12.2002)
Déposant THALES etc	

- Par le présent formulaire, qui remplace toute notification antérieure relative à la présentation ou à la transmission de documents de priorité, il est notifié au déposant la date de réception par le Bureau international du ou des documents de priorité concernant toute demande antérieure dont la priorité est revendiquée. Sauf indication contraire consistant en les lettres "NR", figurant dans la colonne de droite, ou un astérisque figurant à côté d'une date de réception, le document de priorité en question a été présenté ou transmis au Bureau international d'une manière conforme à la règle 17.1.a) or b).
- (Le cas échéant) Le lettres "NR" figurant dans la colonne de droite signalent un document de priorité qui, à la date d'expédition du présent formulaire, n'a pas encore été reçu par le Bureau international selon la règle 17.1.a) ou b). Lorsque, selon la règle 17.1.a), le document de priorité doit être présenté par le déposant à l'office récepteur ou au Bureau international, mais que le déposant n'a pas présenté le document de priorité dans le délai prescrit par cette règle, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) selon laquelle aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité considérée avant d'avoir donné au déposant la possibilité, à l'ouverture de la phase nationale, de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.
- (Le cas échéant) Un astérisque (*) figurant à côté de la date de réception, dans la colonne de droite, signale un document de priorité présenté ou transmis au Bureau international mais de manière non conforme à la règle 17.1.a) ou b) (le document de priorité a été reçu après le délai prescrit par la règle 17.1.a) ou la demande d'établissement et de transmission du document de priorité a été soumise à l'office récepteur après le délai prescrit par la règle 17.1.b)). Même si le document de priorité n'a pas été remis conformément à la règle 17.1.a) ou b), le Bureau international transmettra une copie du document aux offices désignés, pour leur appréciation. Dans le cas où une telle copie n'est pas acceptée par un office désigné comme document de priorité, la règle 17.1.c) énonce que aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité considérée avant d'avoir donné au déposant la possibilité, à l'ouverture de la phase nationale, de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.

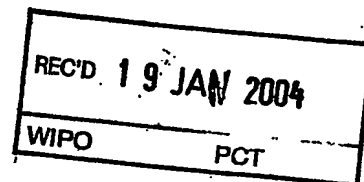
<u>Date de priorité</u>	<u>Demande de priorité n°</u>	<u>Pays, office régional ou</u> <u>office récepteur selon le PCT</u>	<u>Date de réception du</u> <u>document de priorité</u>
10 déce 2002 (10.12.2002)	0215599	FR	19 janv 2004 (19.01.2004)

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse n° de télécopieur: (41-22) 338.89.75	Fonctionnaire autorisé: Margret GODBERSEN (Fax 338 897 5) n° de téléphone: (41-22) 338 9328
--	---

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE



Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 08 DEC. 2003

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

CB 540 W / 260899

REMISE DES PIÈCES DATE 10 DEC 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0215599 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 10 DEC. 2002		Reservé à l'INPI		NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Marie-Pierre HENRIOT THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende 94117 ARCUEIL CEDEX	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 62 940					
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie					
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes			
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>			
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>			
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>			
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°		Date	
		N°		Date	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>		Date	
		N°		Date	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) ACCELEROMETRE A POUTRE VIBRANTE					
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			
Nom ou dénomination sociale		THALES			
Prénoms					
Forme juridique		Société Anonyme			
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 5 . 9 . 0 . 2 . 4			
Code APE-NAF		. . .			
Adresse	Rue	173, boulevard Haussmann			
	Code postal et ville	75008	PARIS		
Pays		FRANCE			
Nationalité		Française			
N° de téléphone (facultatif)					
N° de télécopie (facultatif)					
Adresse électronique (facultatif)					

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

10 DEC 2002

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0215599

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 VI / 260893

Vos références pour ce dossier :
(facultatif)

62 940

6 MANDATAIRE

Nom

HENRIOT

Prénom

Marie-Pierre

Cabinet ou Société

THALES

N° de pouvoir permanent et/ou
de lien contractuel

8325

Adresse

Rue

13, Avenue du Président Salvador Allende

Code postal et ville

94117

ARCUEIL CEDEX

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont les demandeurs

☐ Oui

☒ Non

Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat
ou établissement différé

☒ Oui

☐ Non

Paiement échelonné de la redevance

Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques

☐ Oui

☒ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX
DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)
☐ Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission
pour cette invention ou indiquer sa référence):

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite»,
indiquez le nombre de pages jointes

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE**
(Nom et qualité du signataire)

Marie-Pierre HENRIOT

VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI

L. MARIELLO

ACCELEROMETRE A POUTRE VIBRANTE

Le domaine de l'invention est celui des accéléromètres monolithiques plats. La structure plate permet une fabrication simple et économique notamment par des procédés d'attaque chimique. De plus, la
5 fabrication peut être collective.

Un accéléromètre monolithique plat comporte classiquement un corps ayant une base et deux cellules de mesure en vue d'une mesure différentielle. Une cellule de mesure comprend typiquement une masse sismique reliée d'une part à la base et d'autre part à un capteur de force lui-même également relié à la base. Lorsque l'accéléromètre est soumis à une
10 accélération suivant l'axe sensible qui est l'axe de l'accélération à mesurer, la masse sismique est soumise à une force d'inertie qui est amplifiée et transmise au capteur de force par des moyens permettant d'amplifier la force ou le déplacement transmis.

Dans la demande de brevet FR 0102573, l'amplification est obtenue au moyen d'un bras dit bras de levier qui prolonge la masse sismique. Le déplacement de la masse sismique est transmis au capteur de force au moyen de ce bras de levier. Plus précisément, le bras est relié à la base par une articulation permettant à la masse de tourner autour d'un axe
15 perpendiculaire à l'axe sensible de l'accéléromètre et est relié au capteur de force par une charnière. Lorsque l'accéléromètre est soumis à une accélération suivant l'axe sensible, la masse sismique est soumise à une force qui la fait tourner autour de l'articulation, ainsi donc que la partie du
20 bras de levier reliée au capteur de force.

Le capteur de force est à poutre(s) vibrante(s). La poutre vibrante est reliée à des électrodes permettant de la faire vibrer à sa fréquence de résonance et à un circuit de mesure de la variation de sa fréquence de résonance.

Les cellules de mesure sont montées de manière à ce que lorsque
30 l'accéléromètre est soumis à une accélération suivant l'axe sensible, l'une des poutres subit une force de traction, l'autre poutre subissant une force de compression de même valeur, ces traction ou compression faisant varier la fréquence de résonance de la poutre mesurée par le circuit de mesure. On

obtient ainsi une mesure différentielle permettant notamment de s'affranchir de certains effets non linéaires.

La variation de la fréquence de résonance est directement liée au déplacement du capteur de force induit par la rotation de la partie du bras de levier reliée au capteur de force. L'extrémité de la poutre subit aussi une certaine rotation ce qui s'avère souvent gênant, notamment dans le cas d'un diapason (c'est-à-dire de deux poutres formant un diapason) où la force transmise aux deux poutres n'est pas exactement identique

De plus, la qualité d'usinage des charnières et articulations est primordiale et constitue une des limitations industrielles de cet accéléromètre.

En outre le déplacement étant proportionnel à la longueur du bras de levier, l'encombrement est d'autant plus important que l'on souhaite obtenir un grand rapport d'amplification.

Un but important de l'invention est donc de proposer un accéléromètre dont les moyens d'amplification ne comportent pas de bras de levier utilisé en rotation et comportant de manière générale un résonateur qui peut être une poutre vibrante.

Pour atteindre ces buts, l'invention propose un accéléromètre micro-usiné dans une plaque plane comprenant une base, et au moins une cellule de mesure comprenant une masse sismique mobile reliée à la base et susceptible de se déplacer en translation suivant l'axe Oy sensible de l'accéléromètre sous l'effet d'une accélération γ suivant cet axe Oy, une cellule à résonateur comportant un résonateur susceptible de vibrer et de subir une traction ou une compression en fonction du sens de l'accélération γ et placé symétriquement par rapport à un axe de symétrie S de la structure, cet axe S étant parallèle à l'axe Oy et passant par le centre de gravité de la masse sismique, la cellule de mesure comprenant en outre des moyens d'amplification de la force d'accélération générant la translation comprenant au moins un pied d'ancrage à la base, deux terminaisons rigides de la cellule à résonateur et deux paires de bras micro-usinés, les paires étant symétriques par rapport à l'axe S, chaque paire comportant un premier bras reliant un premier point d'attache sur une terminaison et un deuxième point d'attache sur la masse sismique, et un deuxième bras reliant un troisième

point d'attache à la même terminaison et un quatrième point d'attache au pied d'ancrage, l'angle α entre l'axe Ox perpendiculaire à l'axe Oy et la ligne joignant les premier et deuxième points d'attache étant symétrique par rapport à l'axe reliant les terminaisons par leur milieu, de l'angle entre l'axe Ox et la ligne joignant les troisième et quatrième points d'attache et suffisamment faible pour que la force exercée en traction ou en compression sur le résonateur soit supérieure à la force d'accélération exercée sur la masse sismique

En raison de la symétrie de cette structure, les déplacements de la masse sismique, des terminaisons d'encastrement et du résonateur sont parfaitement axiaux. De plus les performances de cette structure, c'est-à-dire le rapport d'amplification obtenu est simplement déterminé par l'angle α ; la géométrie de la masse sismique dont le centre de gravité est situé sur l'axe de symétrie S , n'intervient pas sur les performances de l'accéléromètre.

Selon un premier mode de réalisation, les terminaisons rigides du résonateur sont des éléments d'encastrement des extrémités du résonateur: la cellule à résonateur comprend simplement le résonateur lui-même.

Selon un autre mode de réalisation, la cellule à résonateur comporte deux éléments rigides d'encastrement des extrémités du résonateur et deux paires de bras secondaires micro-usinés, ces paires étant symétriques par rapport à l'axe S , chaque paire comportant un premier bras secondaire reliant un premier point d'attache sur un élément d'encastrement et un deuxième point d'attache sur une terminaison de la cellule, et un deuxième bras secondaire reliant un troisième point d'attache à l'autre élément d'encastrement et un quatrième point d'attache à la même terminaison de la cellule, l'angle β entre l'axe Oy et la ligne joignant les premier et deuxième points d'attache étant symétrique par rapport à l'axe passant par les milieux des éléments d'encastrement, de l'angle entre l'axe Oy et la ligne joignant les troisième et quatrième points d'attache et suffisamment faible pour que la force exercée en traction ou en compression sur le résonateur soit supérieure à la force d'accélération exercée sur la masse sismique.

Ce mode de réalisation correspond à une configuration en cascade, visant à multiplier le rapport d'amplification de l'accéléromètre.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

5 la figure 1 représente schématiquement un premier mode de réalisation d'une structure de cellule de mesure d'un accéléromètre selon l'invention, dans laquelle la masse sismique est située d'un côté des moyens d'amplification, les paires de bras étant disposés en « papillon »,

les figures 2 à 5 représentent schématiquement un deuxième
10 mode de réalisation d'une structure de cellule de mesure d'un accéléromètre selon l'invention, dans laquelle la masse sismique entoure les moyens d'amplification, les paires de bras étant disposés en « papillon » figures 2 à 4 et en « cric » figure 5 ; figure 2 les paires de bras sont situés de l'autre côté du résonateur par rapport aux terminaisons, figure 3, ils sont situés du même
15 côté que le résonateur, et figure 4, les terminaisons sont en forme de U,

la figure 6 représente schématiquement un mode de réalisation d'une structure de cellule de mesure d'un accéléromètre selon l'invention, dans laquelle les bras sont courbes suivant une forme concave,

la figure 7 représente schématiquement un mode de réalisation
20 d'une structure de cellule de mesure d'un accéléromètre selon l'invention, dans laquelle les bras sont courbes suivant une forme convexe,

la figure 8 représente schématiquement un exemple d'accéléromètre selon l'invention, comportant deux cellules de mesure,

la figure 9 représente schématiquement un exemple
25 d'accéléromètre selon l'invention comportant deux cellules de mesure qui partagent la même masse sismique située entre leurs moyens d'amplification,

la figure 10 représente schématiquement un exemple d'accéléromètre selon l'invention comportant deux cellules de mesure qui
30 partagent la même masse sismique située sur un côté de l'accéléromètre,

la figure 11 représente schématiquement un exemple d'accéléromètre selon l'invention comportant deux cellules de mesure qui partagent la même masse sismique située autour de leurs moyens d'amplification,

la figure 12 représente schématiquement un exemple d'accéléromètre selon l'invention selon une configuration en cascade.

Dans la suite, on va prendre comme exemple de résonateur deux
5 poutres formant diapason, que l'on fait vibrer en opposition de phase au moyen de deux électrodes. C'est cette configuration en diapason qui est représentée sur les figures. On pourrait tout aussi bien utiliser comme résonateur une poutre vibrante ou plusieurs poutres vibrantes ou une barre de torsion.

10 L'accéléromètre à poutres vibrantes selon l'invention comporte de préférence deux cellules de mesures qui peuvent être réalisées par usinage d'un substrat de silicium sur isolant (SOI) ou de quartz ou d'un autre matériau, mais d'autres méthodes sont également possibles.

Un substrat de silicium sur isolant est constitué d'un substrat
15 monolithique fixe de silicium de quelques centaines de micromètres d'épaisseur (450 μm par exemple) constituant la base de l'accéléromètre, qui porte sur sa face avant une fine couche d'oxyde de silicium de quelques micromètres d'épaisseur (2 μm par exemple) elle-même recouverte d'une couche de silicium monocristallin de quelques dizaines de micromètres
20 d'épaisseur (60 μm par exemple). L'usinage consiste à attaquer le silicium monocristallin par sa face avant jusqu'à atteindre la couche d'oxyde, avec un produit de gravure sélectif qui attaque le silicium sans attaquer significativement l'oxyde. On arrête la gravure lorsque la couche d'oxyde est mise à nu. Cette couche d'oxyde peut elle-même être enlevée par attaque
25 sélective avec un autre produit de manière à ne conserver que la couche superficielle de silicium. Celle-ci peut ainsi être gravée selon les motifs de surface désirés au moyen de techniques de photogravure ou d'une autre technique en usage en microélectronique pour obtenir ainsi la structure plane mobile désirée.

30 Par la suite on utilisera un repère O,x,y,z représenté sur les figures, dans lequel le plan des figures est le plan O,x,y, l'axe Oz représentant la direction perpendiculaire à ce plan. On désigne par axe Ox (respectivement Oy, Oz) un axe parallèle à l'axe Ox (respectivement Oy, Oz) représenté sur les figures. D'une figure à l'autre, les mêmes éléments sont
35 désignés par les mêmes références.

La structure plane mobile 10 d'une cellule de mesure de l'accéléromètre, schématiquement représentée figure 1, comporte une masse sismique 1 mobile susceptible de se déplacer en translation selon l'axe sensible de l'accéléromètre désigné axe Oy, qui est l'axe de l'accélération γ à mesurer, et des moyens d'amplification 2 de la force générant cette translation, mesurée au moyen de deux poutres vibrantes 30 placées selon un axe Ox perpendiculaire à l'axe Oy, qui subissent une traction ou une compression selon le sens de l'accélération. Les poutres sont disposées symétriquement par rapport à un axe de symétrie S de la structure, cet axe de symétrie étant parallèle à l'axe Oy et passant par le centre de gravité de la masse : la géométrie de la masse sismique n'intervient alors pas sur les performances de l'accéléromètre.

Les poutres vibrantes 30 sont encastrées à chaque extrémité dans une terminaison 4 rigide. Chacune de ces terminaisons 4 comporte une paire de bras micro-usinés. Les deux paires sont symétriques par rapport à l'axe de symétrie S. Un premier bras 5 micro-usiné relie la terminaison 4 à la masse sismique 1. Pour que la terminaison 4 ne « flotte » pas par rapport à la base, c'est-à-dire par rapport au substrat monolithique fixe de silicium, un deuxième bras 6 micro-usiné, symétrique du premier bras par rapport à l'axe de la poutre, relie la terminaison 4 à un pied d'ancrage 7 fixé à la base. Ces bras 5 et 6 sont respectivement reliés à la masse sismique 1, à la terminaison 4 et au pied d'ancrage 7, par des points d'attache. L'épaisseur d'un bras 5 ou 6 peut varier sur sa longueur.

On a également schématiquement représenté figure 1 un zoom sur une partie des moyens d'amplification. Le premier bras 5 est articulé sur la terminaison 4 par un point d'attache A. On a également représenté une partie d'électrode E. Les deux poutres vibrantes 30 sont encastrées dans la terminaison 4 dans la mesure où elles sont formées par gravure par exemple de la même couche de matière. Les hachures représentent la matière, du silicium monocristallin par exemple dans le cas d'une cellule réalisée par usinage d'un SOI. Comme indiqué précédemment, les motifs de surface tels que les bras 5, point d'attache A, terminaison 4, poutres 30 et électrode E ont été obtenus par gravure du silicium monocristallin, puis par attaque de la couche d'oxyde.

L'angle α formé par l'axe Ox et la ligne joignant les points d'attache A et B du premier bras 5 qui, en raison de la symétrie des bras 5 et 6 par rapport à l'axe reliant les terminaisons par leur milieu, est symétrique de l'angle formé par l'axe Ox et la ligne joignant les points d'attache du deuxième bras 6. Cet angle α est suffisamment faible pour que la force exercée en traction ou en compression sur la poutre 30 soit supérieure à la force d'accélération exercée sur la masse sismique 1.

Ces moyens d'amplification 2 permettent en outre de libérer de l'espace autour des poutres vibrantes 30, notamment pour placer les électrodes dans le cas d'une excitation électrostatique. On rappelle que les poutres vibrantes sont mises en vibration à leur fréquence de résonance à l'aide d'électrodes disposées en regard de ces poutres, ou directement sur les poutres, suivant qu'il s'agit d'une excitation électrostatique ou piézo-électrique.

La masse sismique 1 est intrinsèquement guidée en translation selon l'axe Oy de par la symétrie de la structure. Pour ne conserver que ce degré de liberté selon Oy, on peut éventuellement raidir encore la structure selon Ox et Oz via des bras de guidage 8 orientés suivant l'axe Ox, dont une extrémité est fixée à la masse sismique 1 et l'autre à une partie 9 fixée à la base.

La force générant la translation de la masse sismique 1 selon l'axe Oy est transmise par les premiers bras 5 à chacune des terminaisons 4 qui, selon le sens de la translation, s'écartent ou se rapprochent l'une de l'autre suivant l'axe Ox, provoquant ainsi une traction ou une compression des poutres vibrantes 30. La structure 10 étant symétrique par rapport à l'axe S et en ce qui concerne les bras par rapport à l'axe des poutres, les déplacements de la masse sismique 1, des terminaisons 4 et de la poutre 30 sont parfaitement axiaux. Ainsi, lorsque les poutres 30 forment un diapason, les traction ou compression s'exercent de la même façon sur chacune des poutres du diapason.

Les performances de cette structure, c'est-à-dire le coefficient d'amplification obtenu est simplement déterminé par cet angle α .

Lorsque la masse sismique 1 est soumise à une accélération γ selon le sens $-Oy$, la force d'inertie $M.\gamma$ est amplifiée et transmise par les moyens d'amplification 2 aux poutres vibrantes 30. La force de compression

(qui peut être une force de traction pour d'autres configurations) dans ces poutres a alors pour amplitude $M \cdot \gamma / \tan \alpha$. Le rapport entre le déplacement de la masse sismique 1 selon $-Oy$ et le déplacement selon Ox d'une terminaison est sensiblement égal à $2/\tan \alpha$. Selon son utilisation, cette structure peut constituer un système d'amplification de déplacement ou de force.

Selon un mode de réalisation préférentiel, la masse sismique 1 entoure les moyens d'amplification 2 à poutres vibrantes comme représenté figures 2 à 5. Une telle configuration permet d'obtenir une structure plus compacte.

Les bras 5, 6 peuvent être disposés selon différentes variantes.

Ils peuvent être disposés en « papillon » (ou en X) comme représenté figures 1, 2 et 4, cette disposition signifiant que le premier point d'attache A du premier bras 5 à la terminaison 4 est situé plus près de l'axe de symétrie S que son deuxième point d'attache B à la masse sismique 1. Dans ce cas, une translation de la masse sismique 1 vers les poutres 30 provoque alors une compression des poutres.

Comme représenté figure 2, les bras 5 et 6 sont situés de l'autre côté des poutres par rapport aux terminaisons. Ils peuvent aussi être situés du même côté que les poutres, lorsque la longueur L des terminaisons 4 est supérieure à l'écartement E entre la masse sismique 1 et le pied d'ancrage 7, comme représenté figure 3.

Une autre variante de cette disposition en papillon est représentée figure 4 : chaque terminaison 4 présente alors une forme en U.

Les bras 5, 6 peuvent également être disposés en « cric » comme représenté figure 5, cette disposition signifiant que le premier point d'attache A du premier bras 5 est situé plus loin de l'axe de symétrie S que son deuxième point d'attache B. Une translation de la masse sismique 1 vers la poutre 3 provoque alors une traction des poutres.

Sur ces figures, les bras sont représentés de manière rectiligne. Ils peuvent être courbes suivant une forme concave ou convexe comme respectivement représenté sur les figures 6 et 7 qui illustrent une disposition des bras en « cric » correspondant respectivement à celle des figures 3 et 5.

Bien sûr l'accéléromètre comporte de préférence deux structures mobiles 10 et 10' telles que décrites disposées l'une par rapport à l'autre de manière à obtenir une mesure différentielle de l'accélération. Un exemple de cette double structure est représenté figure 8, qui reprend pour chaque structure 10 et 10' la configuration avec des terminaisons en U de la figure 4 ; toute autre configuration peut être utilisée. Sous l'effet d'une accélération dans le sens opposé à l'axe Oy, les poutres vibrantes 30 de la structure 10 subissent une compression alors que les poutres vibrantes 30' de la structure 10' subissent une traction.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la double structure 10 et 10' ne comporte qu'une masse sismique commune aux deux cellules de mesure au lieu de comporter deux masses sismiques 1 et 1'. L'intérêt principal d'un tel accéléromètre est d'obtenir une fréquence de résonance masse-ressort identique pour les deux cellules. Une bonne approximation du calcul de cette fréquence est $f = \frac{tg(\alpha)}{2 * \pi} \sqrt{\frac{kx}{m}}$ où m est la masse sismique, et kx est la raideur du résonateur selon l'axe Ox. Dans le cas où elles sont séparées, on peut observer des dispersions de fréquence d'une cellule à l'autre.

La masse sismique peut être ou non située entre les deux moyens d'amplification 2, 2' ; elle peut également entourer les deux moyens d'amplification 2, 2'. Les paires de bras peuvent être ou non disposés de la même façon d'une cellule à l'autre.

On a représenté figure 9 un accéléromètre ne comportant qu'une masse sismique 1 située au milieu des deux moyens d'amplification 2, 2' identiques dont les bras 5, 6, 5' et 6' sont disposés en « cric ». Dans ce cas, sous l'effet d'une accélération dans le sens opposé à l'axe Oy, les poutres vibrantes 30 subissent une traction alors que les autres poutres vibrantes 30' subissent une compression.

L'accéléromètre figure 10 ne comporte qu'une masse sismique 1 située d'un côté de l'accéléromètre, et des premiers moyens d'amplification 2 dont les bras 5, 6 sont disposés en « cric » alors que les bras 5', 6' des autres moyens d'amplification 2' sont disposés en « papillon ». Sur cette figure les bras 6 ne sont pas reliés à un pied d'ancrage mais sont reliés aux bras 5' par un élément de transmission 100 du déplacement des terminaisons 4 vers les

terminaisons 4'. Dans ce cas, sous l'effet d'une accélération dans le sens opposé à l'axe Oy, les poutres vibrantes 30 subissent une traction alors que les autres poutres vibrantes 30' subissent une compression.

La figure 11 illustre le cas où la masse sismique entoure les deux
5 moyens d'amplification 2, 2' dont les bras 5, 6, 5' et 6' sont disposés en « cric ». Dans ce cas, sous l'effet d'une accélération dans le sens opposé à l'axe Oy, les poutres vibrantes 30 subissent une traction alors que les autres poutres vibrantes 30' subissent une compression.

10 On a réalisé un accéléromètre comportant la double structure telle que représentée figure 8 avec une fréquence de résonance du diapason d'environ 30 kHz pour une accélération nulle, une variation de la fréquence de résonance des poutres vibrantes mesurée par le circuit de mesure d'environ 3 kHz, un déplacement de la masse sismique suivant l'axe y
15 d'environ 10 nanomètres par g, g étant l'accélération terrestre égale à 9.81 m/s^2 . En négligeant la raideur des moyens d'amplification selon l'axe Ox par rapport à la raideur de la poutre, on obtient au niveau des poutres en fonction de l'angle α , les rapports d'amplification $1/\text{tg } \alpha$ suivants :

Angle α	1°	2°	3°	4°	5°	10°
Amplification de force	57	29	19	14	11	6

20

Selon un autre mode de réalisation, la structure de cellule de mesure peut être utilisée en cascade pour multiplier les rapports d'amplification.

La figure 12 illustre le cas où deux étages d'amplification sont
25 disposés en cascade tout en gardant de l'espace pour les électrodes. Les poutres vibrantes 30 représentées sur les figures 1 à 11 sont alors remplacées de manière plus générale par une cellule à poutres vibrantes également disposée entre les terminaisons 4 rigides.

Dans le cas de la figure 12, la cellule à poutres vibrantes comporte
30 deux poutres vibrantes 30 placées sur l'axe de symétrie S (et donc symétriquement par rapport à cet axe S) encastrees à chaque extrémité dans un élément d'encastrement 40 rigide. Chacun de ces éléments d'encastrement 40 comporte une paire de bras secondaires micro-usinés.

Les deux paires sont symétriques par rapport à l'axe de symétrie S. Un premier bras secondaire 50 relie l'élément d'encastrement 40 à une première terminaison 4 de la cellule. Un deuxième bras secondaire 60, symétrique du premier bras par rapport à l'axe des poutres 30, relie l'élément d'encastrement 40 à la deuxième terminaison 4 de la cellule. Ces bras 50 et 60 sont respectivement reliés à l'élément d'encastrement 40 et à la terminaison 4 de la cellule, par des points d'attache. L'épaisseur d'un bras secondaire 50 ou 60 peut varier sur sa longueur.

L'angle β formé par l'axe parallèle à l'axe de la poutre, ici l'axe Oy, et la ligne joignant les points d'attache C et D du premier bras 50 qui, en raison de la symétrie des bras 50 et 60 par rapport à l'axe des poutres 30, est symétrique de l'angle formé par l'axe parallèle à l'axe des poutres et la ligne joignant les points d'attache du deuxième bras 60, est suffisamment faible pour que la force exercée en traction ou en compression sur les poutres 30 soit supérieure à la force d'accélération exercée sur la masse sismique 1. Cette disposition en cascade qui entraîne une multiplication du rapport d'amplification, permet d'obtenir une force de traction ou de compression supérieure à celle obtenue avec une configuration sans cascade.

Finalement, les poutres vibrantes décrites en relation avec les figures 1 à 11 sont un cas particulier de cellule à poutres vibrantes. Dans ce cas particulier, les terminaisons rigides 4 de la cellule à poutres vibrantes sont confondues avec les éléments d'encastrement 40.

Différents exemples de modes de réalisation ont été présentés, mais il existe bien sûr d'autres configurations possibles.

REVENDICATIONS

1. Accéléromètre micro-usiné dans une plaque plane comprenant une base, et au moins une cellule de mesure comprenant une masse sismique mobile (1) reliée à la base et susceptible de se déplacer en translation suivant l'axe Oy sensible de l'accéléromètre sous l'effet d'une accélération γ suivant cet axe Oy, une cellule à résonateur comportant un résonateur (30) susceptible de vibrer et de subir une traction ou une compression en fonction du sens de l'accélération γ et placé symétriquement par rapport à un axe de symétrie S de la structure, cet axe S étant parallèle à l'axe Oy et passant par le centre de gravité de la masse sismique (1), la cellule de mesure comprenant en outre des moyens d'amplification (2) de la force d'accélération générant la translation comprenant au moins un pied d'ancrage (7) à la base, deux terminaisons (4) rigides de la cellule à résonateur et deux paires de bras micro-usinés (5, 6), les paires étant symétriques par rapport à l'axe S, chaque paire comportant un premier bras (5) reliant un premier point d'attache (A) sur une terminaison (4) et un deuxième point d'attache (B) sur la masse sismique (1), et un deuxième bras (6) reliant un troisième point d'attache à la même terminaison (4) et un quatrième point d'attache au pied d'ancrage (7), l'angle α entre l'axe Ox perpendiculaire à l'axe Oy et la ligne joignant les premier et deuxième points d'attache (A, B) étant symétrique par rapport à l'axe reliant les terminaisons (4) par leur milieu, de l'angle entre l'axe Ox et la ligne joignant les troisième et quatrième points d'attache et suffisamment faible pour que la force exercée en traction ou en compression sur le résonateur (30) soit supérieure à la force d'accélération exercée sur la masse sismique (1).

2. Accéléromètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que les terminaisons (4) rigides de la cellule sont des éléments d'encastrement (40) des extrémités du résonateur (30).

30

3 Accéléromètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cellule à résonateur comporte deux éléments (40) rigides d'encastrement des extrémités du résonateur (30) et deux paires de bras secondaires micro-usinés (50, 60), ces paires étant symétriques par rapport à l'axe S, chaque

paire comportant un premier bras secondaire (50) reliant un premier point d'attache (D) sur un élément d'encastrement (40) et un deuxième point d'attache (C) sur une terminaison (4) de la cellule, et un deuxième bras secondaire (60) reliant un troisième point d'attache à l'autre élément d'encastrement (40) et un quatrième point d'attache à la même terminaison (4) de la cellule, l'angle β entre l'axe Oy et la ligne joignant les premier et deuxième points d'attache (D, C) étant symétrique par rapport à l'axe passant par les milieux des éléments d'encastrement (40), de l'angle entre l'axe Oy et la ligne joignant les troisième et quatrième points d'attache et suffisamment faible pour que la force exercée en traction ou en compression sur le résonateur (30) soit supérieure à la force d'accélération exercée sur la masse sismique (1).

4. Accéléromètre selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les paires de bras (50, 60) sont rectilignes ou courbes.

5. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier point d'attache (A) du premier bras (5) est situé plus loin de l'axe de symétrie S que son deuxième point d'attache (B).

6. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le premier point d'attache (A) du premier bras (5) est situé plus près de l'axe de symétrie S que son deuxième point d'attache (B).

7. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les paires de bras (5, 6) sont rectilignes ou courbes.

8. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la masse sismique (1) entoure les moyens d'amplification (2).

9. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les premiers et deuxièmes bras (5, 6) présentent une épaisseur variable sur leur longueur.

5 10. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des bras de guidage (8) de la masse sismique (1) disposés suivant l'axe Ox et reliés à une partie (9) fixée à la base.

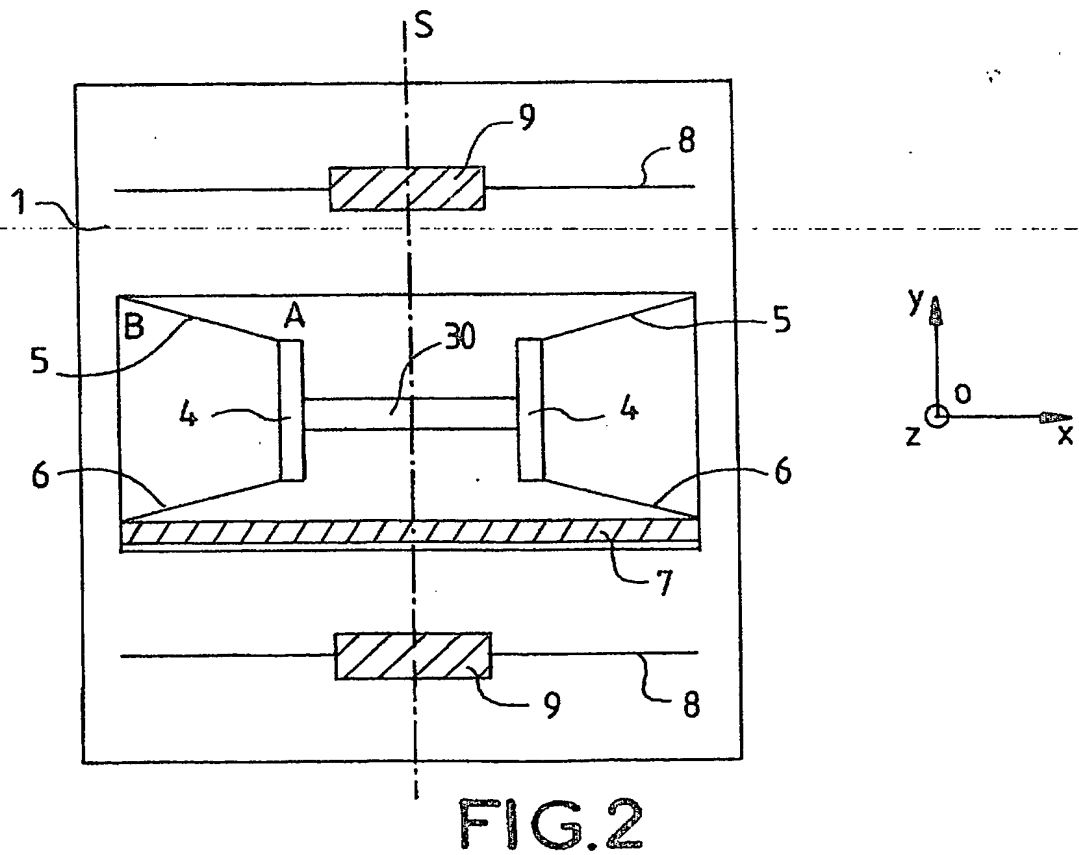
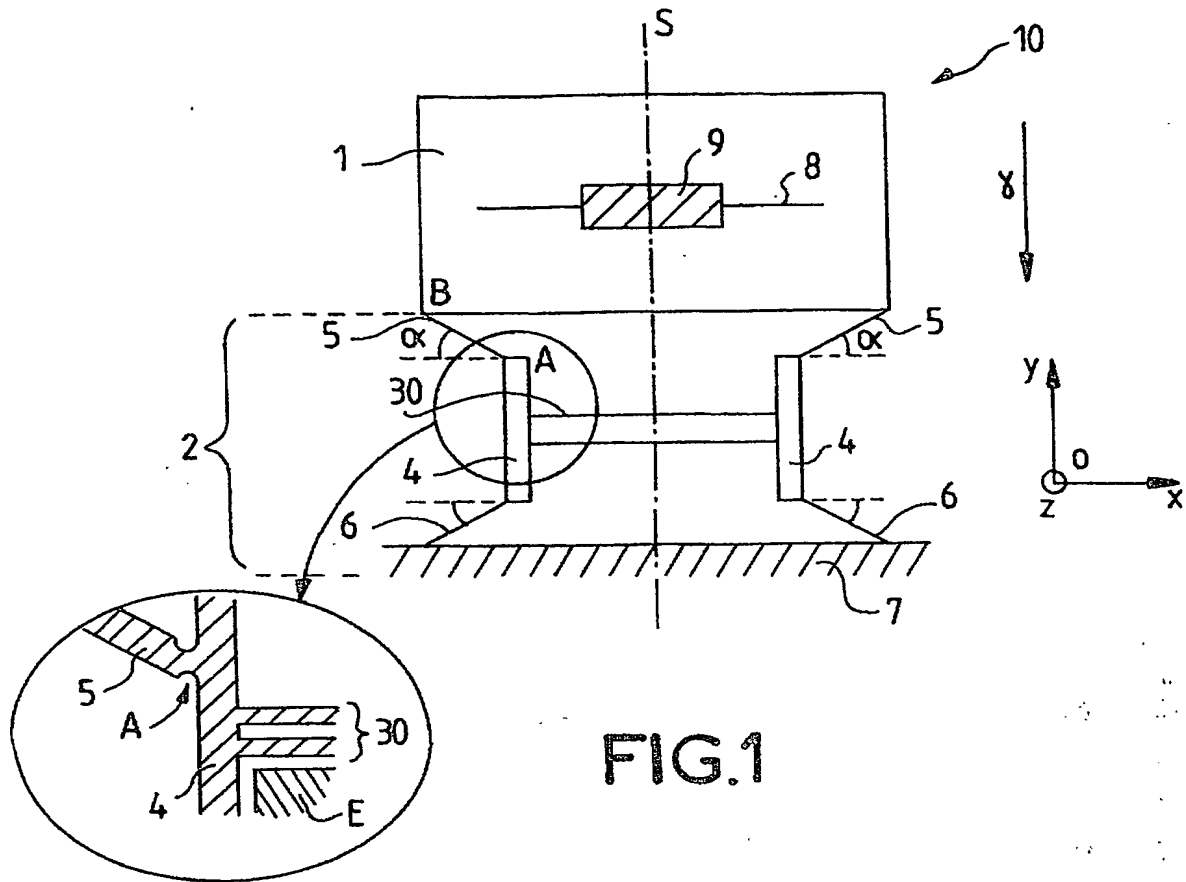
10 11. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte deux cellules de mesure (10, 10') placées l'une par rapport à l'autre de manière à ce que sous l'effet d'une accélération, le résonateur d'une cellule de mesure (10) subisse une traction alors que le résonateur de l'autre cellule de mesure (10') subit une
15 compression.

12. Accéléromètre selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les deux cellules de mesure (10, 10') ont une masse sismique commune.

20 13. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que les bras (5, 6, 5', 6') sont disposés de la même façon pour chacune des cellules de mesure (10, 10').

25 14. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que les bras (5, 6, 5', 6') ne sont pas disposés de la même façon pour chacune des cellules de mesure (10, 10').

30 15. Accéléromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le résonateur (30) comporte une poutre vibrante ou deux poutres vibrantes formant diapason ou au moins trois poutres vibrantes ou une barre de torsion.



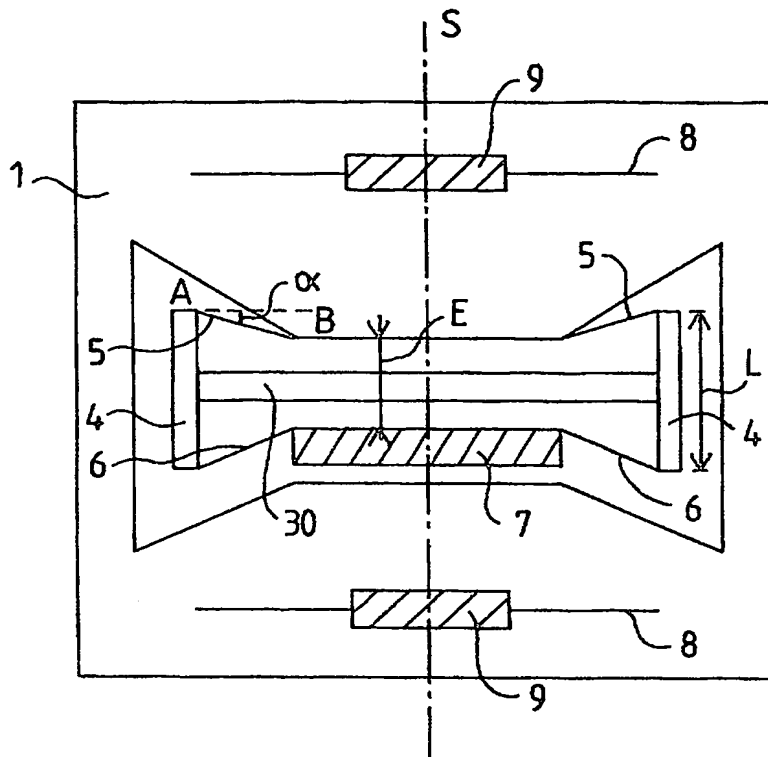


FIG. 3

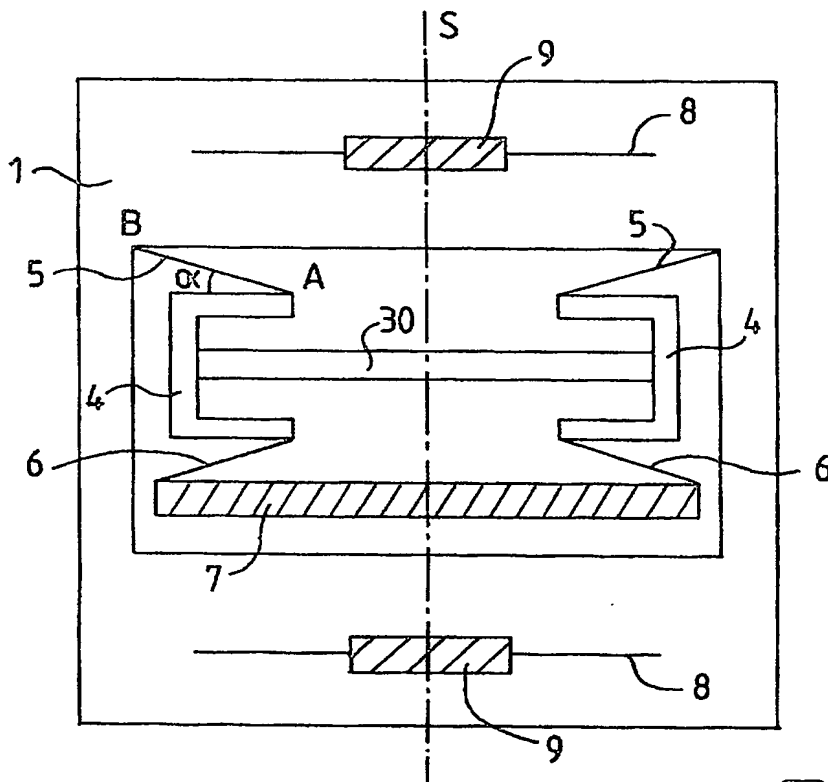


FIG. 4

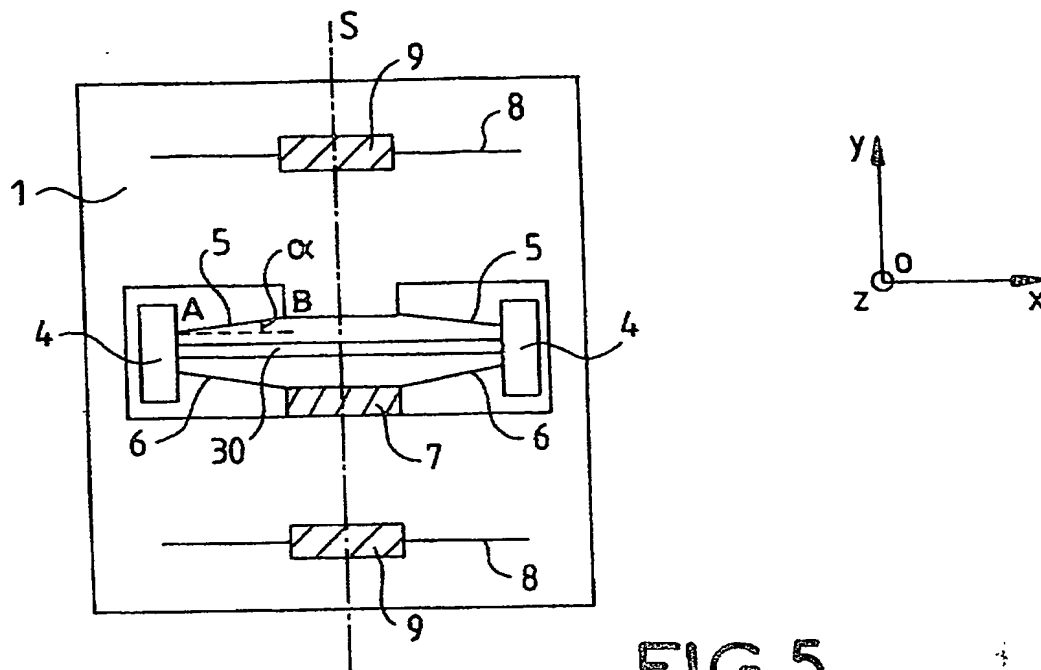


FIG. 5

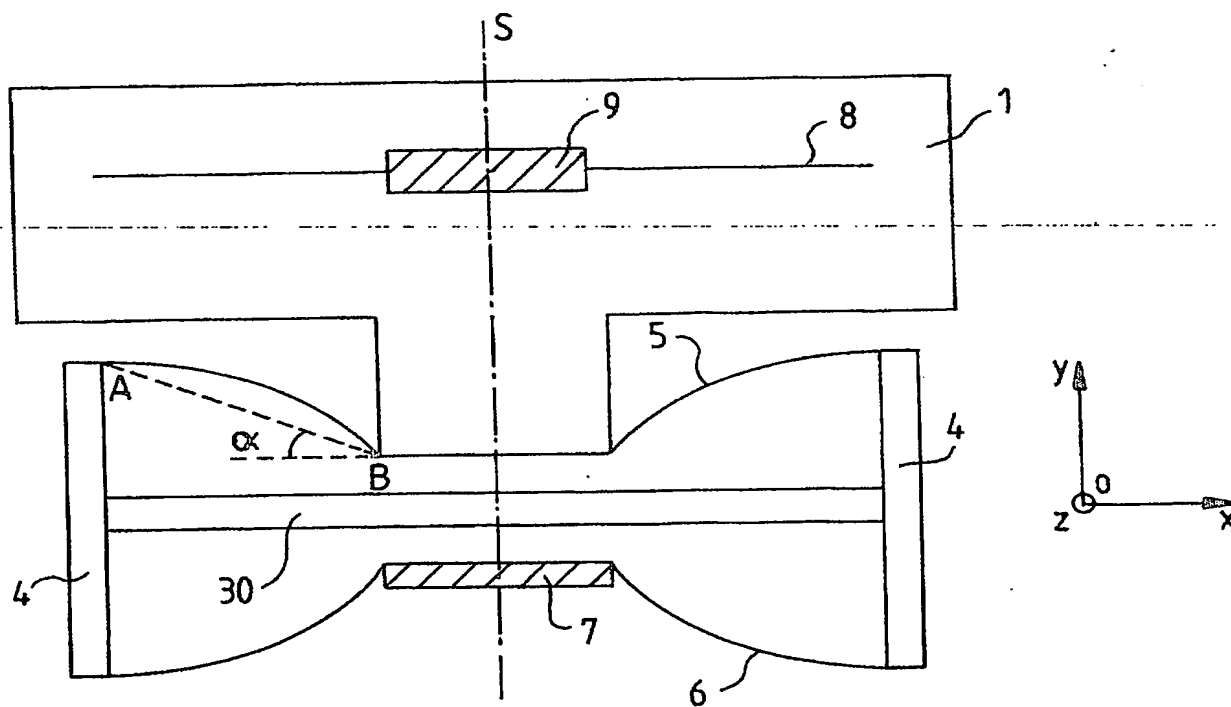


FIG. 6

4/8

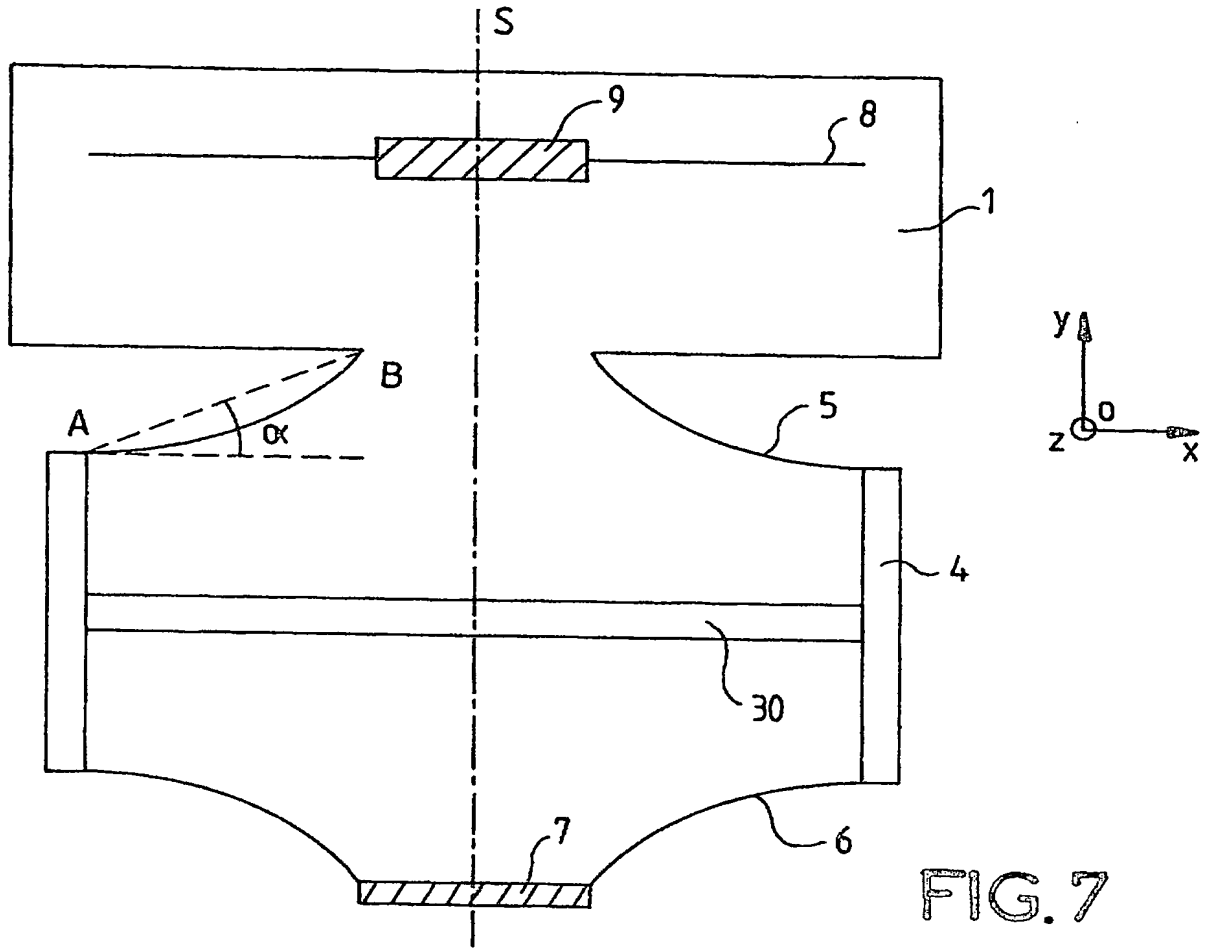


FIG. 7

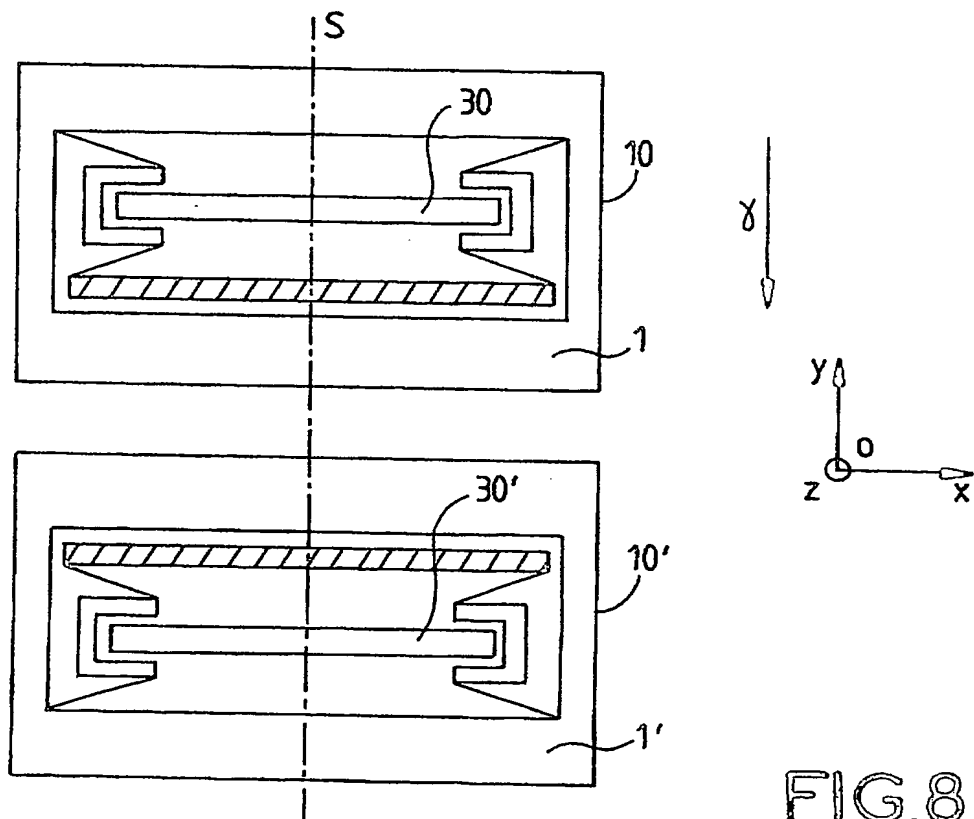


FIG. 8

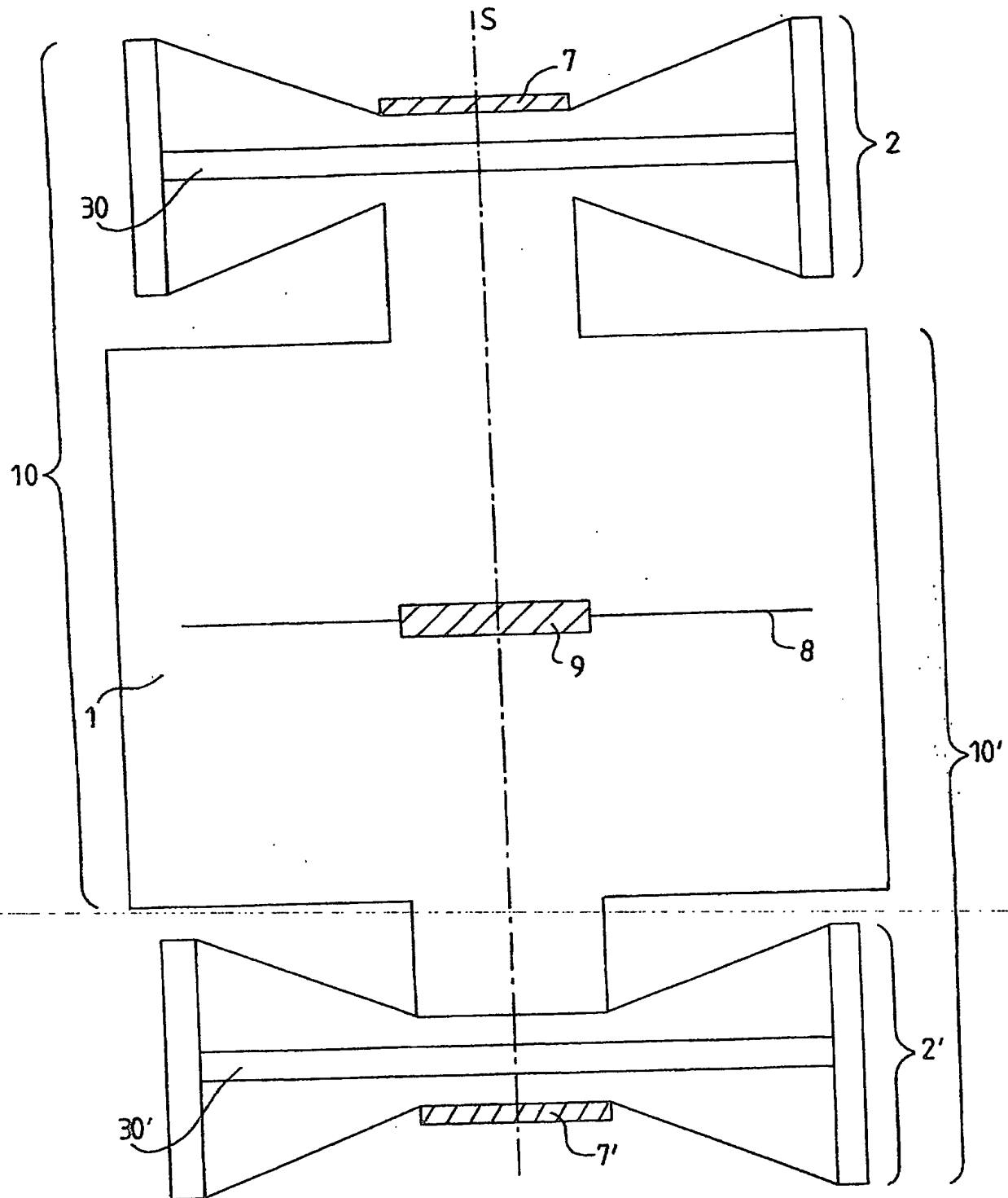
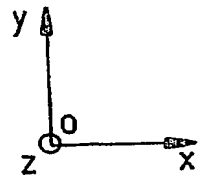


FIG. 9



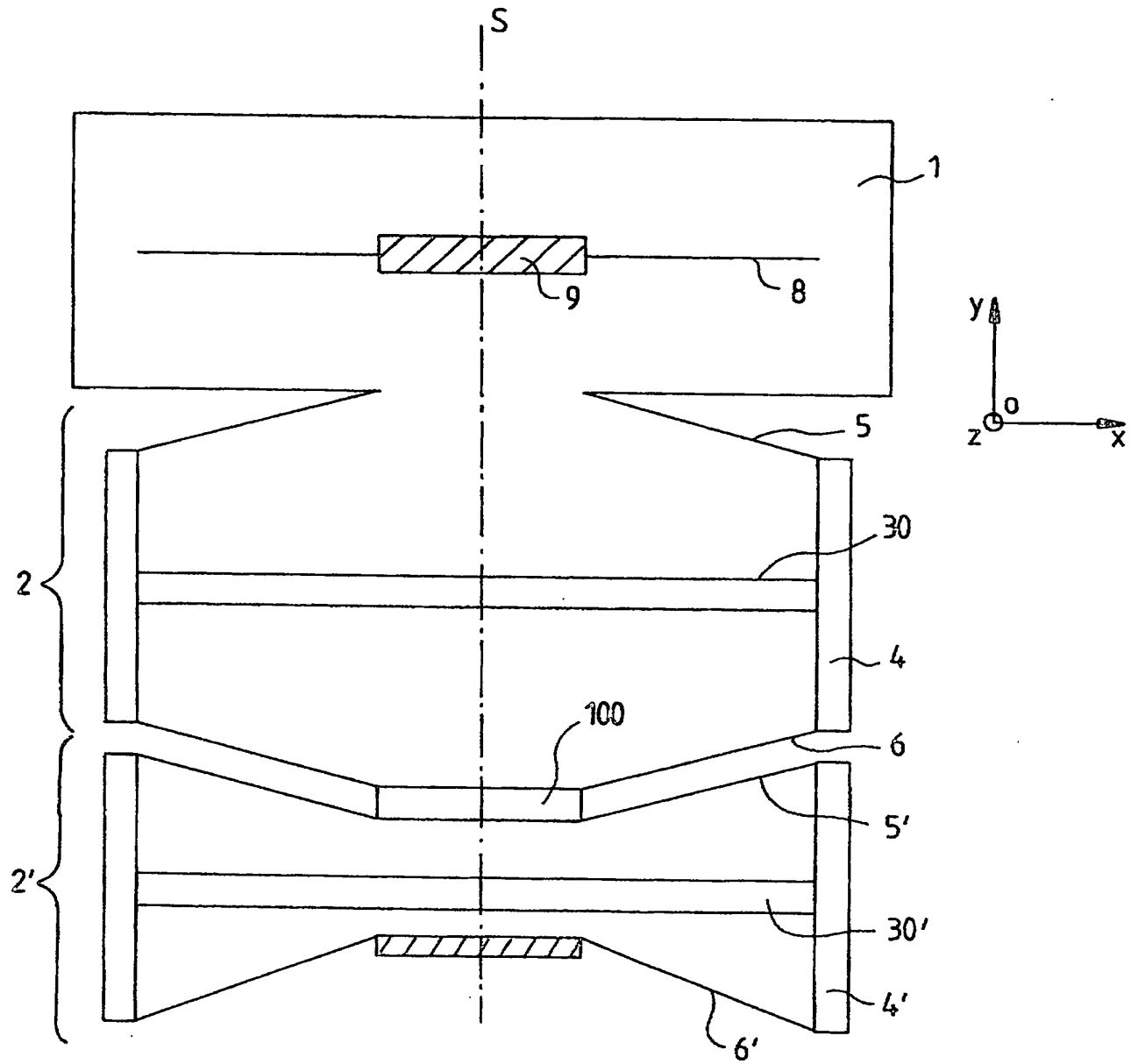


FIG. 10

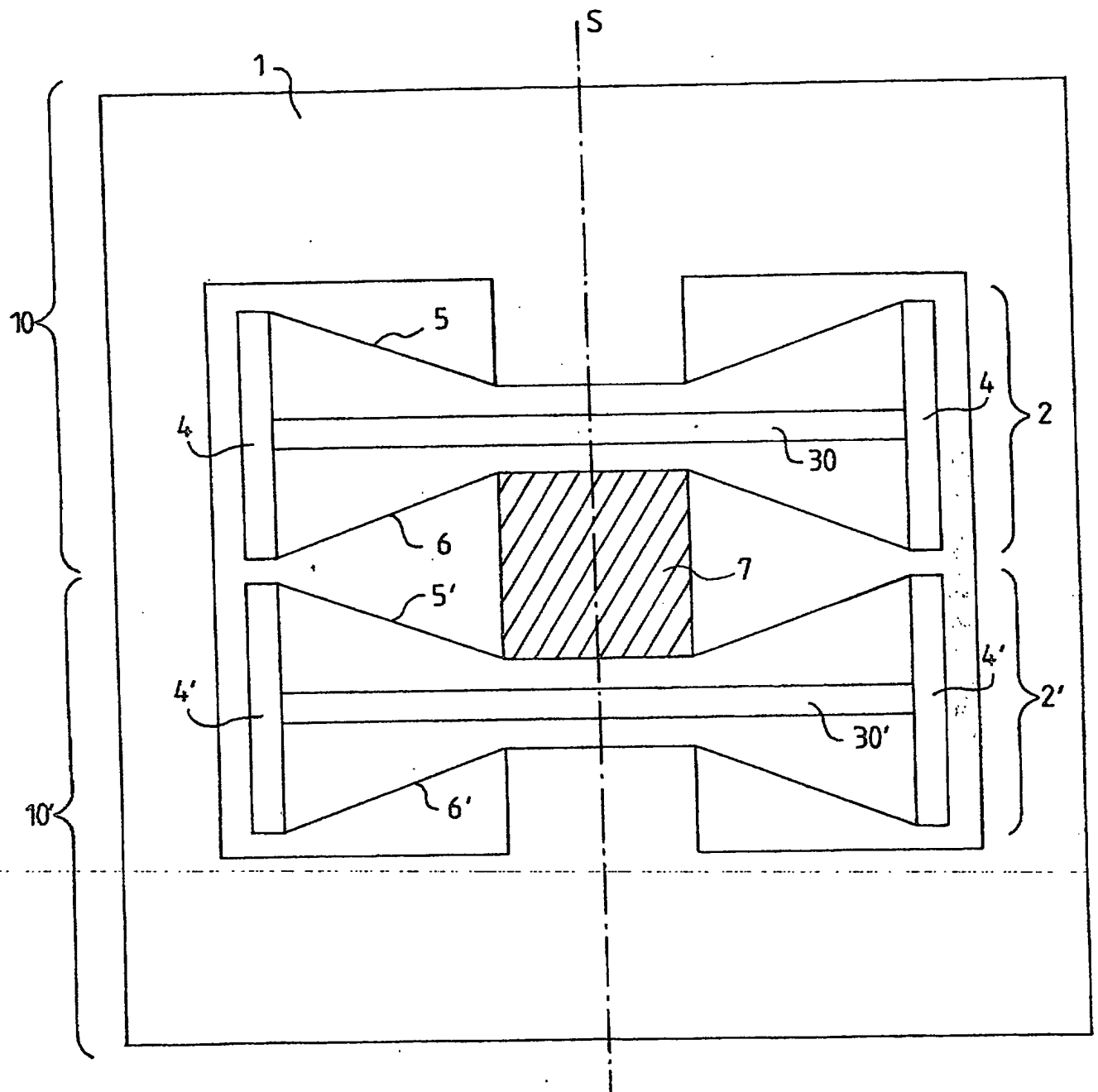


FIG.11

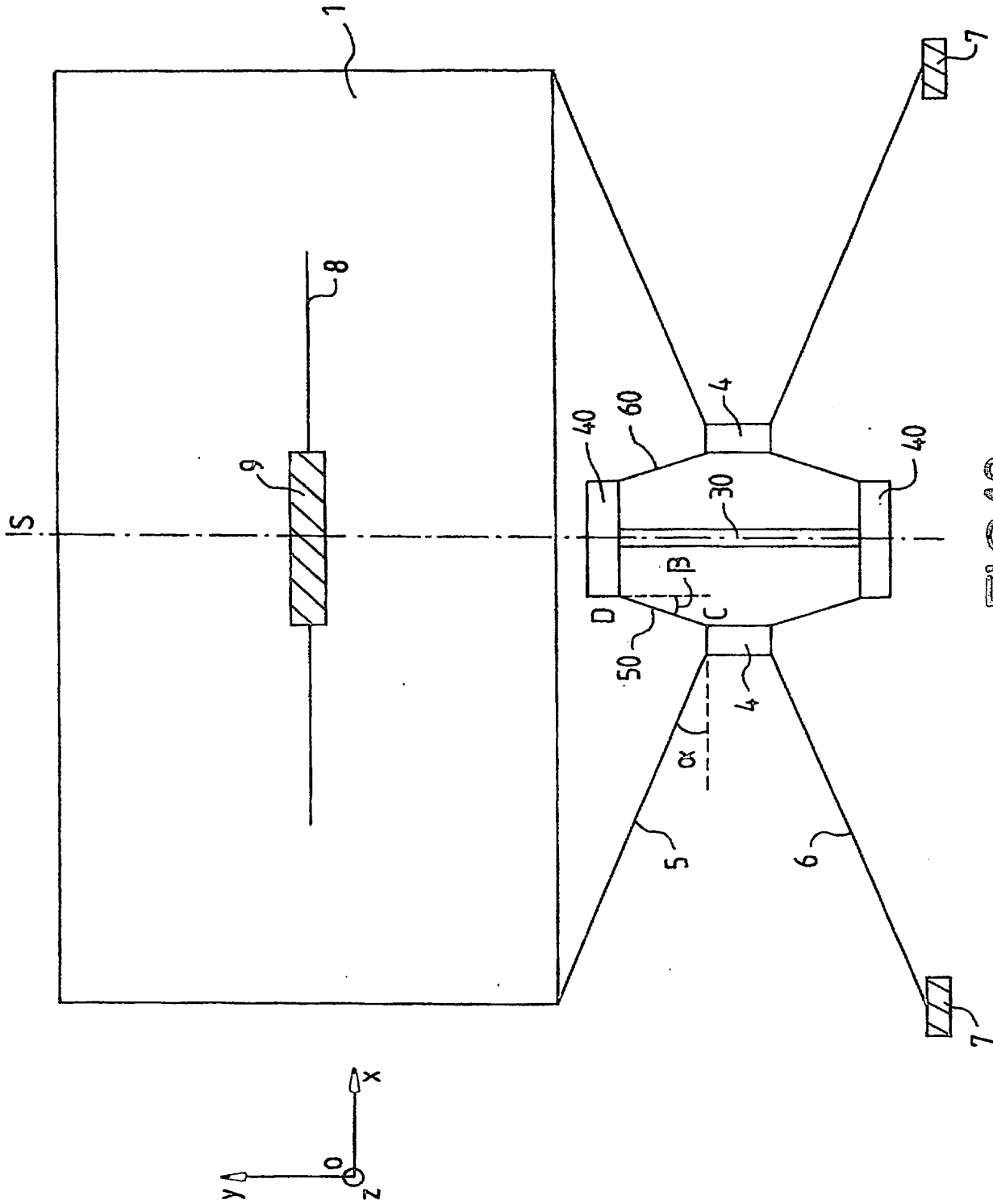


FIG.12

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

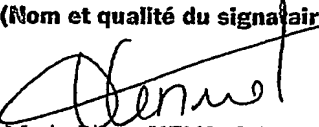
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 25089

Vos références pour ce dossier (facultatif)		62940	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0215599	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
ACCELEROMETRE A POUTRE VIBRANTE			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
THALES			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		QUER	
Prénoms		Régis	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		INGLESE	
Prénoms		Jérôme	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		ROUGEOT	
Prénoms		Claude	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
 Marie-Pierre HENRIOT			

PCT Application
PCT/EP2003/050915



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.